نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی
جلد ۳۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۲۹-۱۷

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 32, No. 1, Spring 2018, p. 17-29

کاربرد لاجیت ترتیبی تعمیم یافته در تعیین عوامل اجتماعی- اقتصادی مؤثر بر آلودگی آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: آبشویی نیترات در کشت برنج)

حمید امیرنژاد[1]*- احمدرضا شاهپوری[2]- مهسا تسلیمی [3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۲۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۰۲

چکیده

استفاده غیربهینه و بیش از حد کودهای حاوی نیترات باعث آلودگی آب‌های سطحی و زیرسطحی شده و در چرخه حیاتی انسانی و زیست محیطی اثر منفی دارد. هدف این مطالعه، بررسی عوامل مؤثر بر ورود نیترات به آب‌های زیرزمینی در کشت برنج در شهرستان ساری است. بدین جهت از ۱۰۶ کشاورز شالیکار شهرستان ساری در سال ۱۳۹۴ مصاحبه به عمل آمد و بعد از جمع‌آوری و استخراج اطلاعات، از روش لاجیت ترتیبی تعمیم یافته با احتمالات متناسب جزئی برای بررسی عوامل موثر بر ورود نیترات به آب‌های زیرزمینی استفاده شد. نتایج نشان داد که متغیرهای سطح درآمد، استفاده از کود حیوانی، نوع مالکیت زمین، سطح زیر کشت برنج، پرداخت آب‌بها و آشنایی با کشت ارگانیک بر سطوح سه‌گانه متغیر وابسته (میزان ورود نیترات به آب زیرزمینی) از نظر آماری اثرات معنی‌دار متفاوتی دارند. در پایان پیشنهادات کاربردی نظیر تغییر در نظام قیمت‌گذاری آب و کود، ترویج و تبلیغ استفاده از کودهای ارگانیک و کشت ارگانیک برنج پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی آب، احتمالات متناسب جزئی، روش لاجیت ترتیبی تعمیم یافته، کود شیمیایی، مازندران، منابع آب

مقدمه

وجود برخی از املاح در آب برای سلامتی انسان ضروری است و این در حالی است که مقادیر بیش از حد آنها سلامتی انسان را به خطر خواهد انداخت (۴۲). یکی از این آلاینده‌ها که موجب آلوده شدن منابع آبی می‌شود میزان نیترات موجود در آب است، به طوری که یکی از شاخص‌های مهم برای نشان دادن کیفیت آب آشامیدنی و کشاورزی، میزان نیترات موجود در آن است (۲۶). آلودگی آب‌های زیرزمینی[2] به نیترات یک مشکل گسترده برای اقتصاد، اکوسیستم و سلامتی انسان است. نیترات از طریق تجزیه و فساد پس‌مانده‌های انسانی و حیوانی، تولیدات صنعتی و رواناب حاصل از کشاورزی وارد آبهای سطحی و زیرزمینی می شود (۱۵).

طبق آمار شرکت آب منطقه‌ای مازندران در سال ۱۳۹۳، ۱۳ درصد از بارندگی، ۴۱ درصد از آبدهی رودخانه‌ها و به تبع آن ۳۲ میلیون متر مکعب از حجم آب‌های زیر زمینی استان نسبت به مدت مشابه سال قبل کاهش یافته است (۳۲). ۲۲۰ هزار هکتار زمین کشاورزی مازندران به کشت برنج اختصاص یافته است و این استان با تولید ۹۵۰ هزار تن برنج، ۴۲ درصد برنج کشور را تامین می‌کند (۳۳). از طرفی برنج جز نباتاتی است که نیاز آبی فراوانی داشته و به طور غرق‌آبی کشت می‌شود. در طول دوره رشد خود به طور متوسط به ۳۰ تا ۳۵ هزار مترمکعب آب نیاز دارد، این مقدار آب باید در هنگام پنجه زنی، تشکیل خوشه، گل‌دهی به اندازه کافی در اختیار گیاه قرار گیرد (۲۱). در مراحل کاشت و داشت برنج، کشاورزان برای بالا بردن بهره-وری با استفاده از انواع کودهای شیمیایی ازته، فسفره و پتاسه و کودهای حیوانی سعی بر برطرف کردن نیاز گیاه به مواد مغذی و افزایش تولید خود می‌کنند. یکی از مواد موجود در کودهای شیمیایی که مصرف بی‌رویه کودها باعث نفوذ آن به لایه‌های زیرسطحی آب می‌شود، و به عنوان آلوده کننده آب تلقی می‌گردد، نیترات است. هرچند در روش‌های صحیح کشت گیاه، عموما از مصرف بیش از حد مقادیر کود شیمیایی خودداری می‌شود، زیرا افزایش غلظت ترکیبات نیتروژن‌دار در آب، موجب می‌شود که زهکشی از افق‌های سطحی خاک به طرف پایین حرکت می‌کند (۵). نیتروژن به شکل نیترات در

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار و دانشجویان دکتری گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: Hamidamirnejad@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jead2.v32i1.63261

2- Ground Water Pollution

غلظت‌های بالا دارای زیان بهداشتی است. رابطه‌ی بین غلظت نیترات در آب آشامیدنی و بروز مت هموگلوبین میا[1] و سیانوسیس[2] در کودکان کاملاً شناخته شده است. دام‌ها نیز ممکن است از علائم چند عارضه و بیماری ناشی از وجود مقادیر زیاد نیترات در آب آشامیدنی، کمبود ویتامین A، اختلالات تولید مثل، سقط جنین و کاهش تولید شیر رنج ببرند (۱۲ و ۲۵). همچنین گزارشات در کشور هند نشان داد که غلظت بالای نیترات در طولانی مدت باعث سقط جنین شد، سرطان معده، بیماری‌های قلبی-عروقی، فشار خون و اثر بر سیستم عصبی از اثرات مصرف غلظت بالای نیترات است.

به علت مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی، سموم و آفت کش‌ها، میزان غلظت نیترات در آب در بعضی مواقع از حد بحرانی فراتر رفته و خطری جدی برای سلامت انسانها محسوب می شود. این در حالی است که نگرانی در مورد غلظت نامطلوب نیتروژن در آب دارای جنبه‌های مستقیم بهداشتی و زیست محیطی است. هر یک کیلوگرم کود اوره مصرف شده توسط کشاورز، حاوی ۴۶ درصد نیتروژن خالص است که ۶۵ درصد آن وارد آب‌های زیرزمینی می‌شود. به عبارتی مقدار متوسط تلفات نیتروژن در کشور در حدود ۶۵ درصد محاسبه شده است (۳۴،۱، ۴۹ و ۲۳). این درحالی است که مقدار متوسط تلفات نیتروژن در جهان ۵۰ درصد می‌باشد که این امر نشان می‌دهد، مقدار نیتروژن خالص وارد شده به آب در کشور از متوسط جهانی بالاتر می‌باشد.

با توجه به روند افزایشی مصرف و آلودگی آب و روند کاهشی منابع آبی و به تبع آن اهمیت پیدا کردن کیفیت منابع آب، در سال‌های اخیر در ارتباط با ادبیات پژوهش حاضر، مطالعاتی در داخل و خارج کشور بر روی آلودگی آب و خصوصا آلودگی حاصل از نیترات انجام شده است که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.

شیخ زین‌الدین و همکاران (۴۳)، در مطالعه‌ی خود تحت عنوان " مشوق‌های سیاستی به منظور کاهش آبشویی نیترات در مزارع کشاورزی: منطقه مورد مطالعه شبکه آبیاری و زهکشی درودزن" به این نتیجه رسیدند که برای حرکت از بهینه اقتصادی به بهینه اقتصادی – زیستی بایستی مبادله بین سود مزرعه و تلفات نیتروژن صورت گیرد. فاضلی و همکاران (۱۱)، در مطالعه‌ی خود تحت عنوان " بررسی توزیع زمانی و مکانی آلودگی منابع آب زیرزمینی دشت زیدون به نیترات " با استفاده از روش‌های ترسیمی و آماری این نتیجه رسیدند که اندازه‌ی این یون در بخشی از دشت مورد مطالعه بالاتر از حد استاندارد بوده و از نظر زمانی نیز در فصل خشک، نسبت به فصل تر فزونی می‌یابد. درصد بالایی از این آلودگی حاصل فعالیت‌های شدید کشاورزی، استفاده‌ی بیش از حد از کودهای شیمیایی، حیوانی و همینطور آبیاری برنج، گندم و جو می‌باشد. خزاعی و همکاران (۲۴)، در بررسی خود تحت عنوان "بررسی آلودگی آب‌های زیرزمینی ناشی از مصرف حشره‌کش دیازینون در استان مازندران، مطالعه موردی شهرستان محمودآباد" بر روی کیفیت آب‌های زیرزمینی با تأکید بر چاه‌های کم عمق مناطق دشتی تحت کشت فشرده برنج، به این نتیجه رسیدند که میزان باقی مانده دیازینون در آب‌های زیرزمینی منطقه‌ی مورد بررسی از ۰/۰۰۲ تا ۰/۵۷۲ میکروگرم بر لیتر است. دهکردی و همکاران (۸)، در مطالعه خود به بررسی آلودگی نیترات، توزیع و تغییرات آن در آب‌های زیرزمینی حاشیه زاینده‌رود در منطقه خشک و نیمه خشک استان اصفهان پرداختند. نتایج نشان داد که غلظت نیترات با هیچ یک از پارامترهای شیمیایی اندازه‌گیری شده در نمونه‌های آب زیرزمینی همبستگی معنی‌داری ندارد.

اوئه درااَگو و ونکلوستر (۳۷)، در مطالعه‌ی خود تحت عنوان "مدلسازی آماری و فراتحلیلی نیترات در آبهای زیرزمینی در مقیاس آفریقایی" به ارزیابی متغیرهایی که در آلودگی نیترات آب‌های زیرزمینی مشارکت دارند در مقیاس آفریقایی با استفاده از مدلسازی آماری پرداخته است. حداکثر، متوسط و حداقل غلظت نیترات مشاهده شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در مجموع، ۱۳ متغیر توضیحی برای توضیح آلودگی نیترات آبهای زیرزمینی از میان مشاهدات غربال شدند. نتایج نشان داد که مدل ۶۵ درصد از تنوع میانگین آلودگی نیترات در آبهای زیرزمینی در مقیاس آفریقایی را توضیح می‌دهد.

گراژدانی (۱۶)، در مطالعه‌ی خود تحت عنوان "ارزشگذاری مشروط نگرش ساکنان و تمایل به پرداخت برای منبع کنترل آلودگی غیرنقطه‌ای: مطالعه موردی در الپرسپا، جنوب شرقی آلبانی" به بررسی نگرش ساکنان به سمت کنترل آلودگی منابع غیر نقطه ای، تمایل به پرداخت ساکنین برای بهبود کیفیت آب و عوامل مؤثر بر تمایل به پرداخت ساکنان پرداخت. یافته‌ها به شدت نشان می‌دهند که نگرش ساکنان نسبت به کنترل آلودگی منابع آلودگی غیرنقطه‌ای در این منطقه مثبت بودند. ادونگو و همکاران (۳۶)، رابطه میان فعالیت‌های اقتصادی و کیفیت آب رودخانه در ایرلند بررسی نموده‌اند. در این مطالعه ترکیبی از مجموعه داده‌های فضایی مربوط به فعالیت‌های کشاورزی، مسکونی و صنعتی و همچنین سطح پوشش جنگل، به بررسی تأثیرات بزرگ اقتصادی بر کیفیت زیست محیطی منابع آب پرداخته است. نتایج نشان می دهد که سطح جنگلداری، فعالیت های صنعتی، شدت و نوع فعالیت کشاورزی و نوع تخلیه فاضلاب در منطقه تمامی عوامل مهم مؤثر بر کیفیت منابع آب می‌باشند.

در مطالعات بررسی شده داخلی و خارجی، بیشتر به جهت فنی به بررسی ورود نیترات به آب پرداخته شده است، در حالی‌که در مطالعه حاضر عوامل اجتماعی- اقتصادی را در ورود نیترات حاصل از کشت

1- Met Hemoglobin
2- Cyanosis

برنج با مدل رگرسیونی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته مورد آزمون قرار می‌گیرد که خود جزء نوآوری این مطالعه از نظر نوع متغیرها و کم نظیر از نظر مدل رگرسیونی تا زمان انجام پژوهش حاضر می‌باشد.

با توجه به نیاز روز افزون کشور به تولید برنج به عنوان محصولی استراتژیک و نیاز آبی بالای برنج، استفاده بی‌رویه از کود و سموم شیمیایی می‌تواند بر میزان آلودگی آب‌ها زیر زمینی و به تبع آن آب‌های سطحی و شرب تأثیرگذار باشد. با توجه به آثار مخرب نیتروژن محلول در آب بر سلامت انسانی و محیط زیست، بررسی عوامل مؤثر بر مصرف کودهای حاوی نیترات می‌تواند در جهت شناسایی عوامل مصرف بی‌رویه آن موثر باشد. در نهایت با استفاده از نتایج پژوهش حاضر راهکارها و سیاستگذاری‌های لازم در جهت کاهش و مصرف بهینه کودهای شیمیایی پیشنهاد و اتخاذ نمود. هدف مطالعه حاضر بررسی عوامل موثر بر میزان جذب نیتروژن خالص در آب مورد استفاده در کشت برنج است.

مواد و روش‌ها

متغیر وابسته در این مطالعه نشانگر میزان نیتروژن خالص وارد شده به آب توسط کشاورز i ام می‌باشد که به سه دسته تقسیم شده است. محاسبه متغیر وابسته به این صورت است که میزان کل اوره مصرفی کشاورز به وسیله مصاحبه حضوری با کشاورزان به دست می‌آید، سپس مقدار نیتروژن خالص وارد شده به آب از رابطه زیر محاسبه می‌شود(۳۴، ۱، ۴۹ و ۲۳):

$$N=O*0.46*0.65 \quad (۱)$$

ضرایب رابطه (۱) ترکیبی از متوسط نتایج مطالعات (۳۴ ، ۱، ۵۰ و ۲۳) می‌باشد. در رابطه (۱)، N نشان دهنده مقدار کل نیتروژن خالص وارد شده به آب توسط کشاورز می‌باشد و O مقدار کل کود اوره یا ازته مصرفی توسط کشاورز است. با توجه به آنکه ۴۶ درصد از کود اوره نیتروژن خالص است و همچنین میزان متوسط تلفات نیتروژن با توجه به نوع گیاه، خاک و آب در کشور ۶۵ درصد است، با استفاده از رابطه فوق، مقدار کل نیتروژن خالص وارد شده به آب محاسبه شده است. گروه اول تحت عنوان گروه با آلودگی کم نامگذاری شده است که کشاورزان با مقدار واردسازی نیتروژن خالص به اندازه نیاز شالی و کمتر (حداکثر ۳۵ کیلوگرم نیترات خالص در هکتار) را شامل می‌شود. گروه دوم تحت عنوان گروه با آلودگی متوسط نامگذاری شده است، که کشاورزان با مقدار واردسازی نیتروژن خالص بیش از نیاز شالی (۳۵ تا ۷۰ کیلوگرم نیترات خالص در هکتار) را شامل می‌شود. گروه سوم با نام گروه با آلودگی زیاد نامگذاری شده است و کشاورزانی را شامل می‌شود که مقدار واردسازی نیتروژن خالص آنها به آبهای زیرزمینی، بیش از ۷۰ کیلوگرم نیترات خالص است. لازم به ذکر است، همانطور که پیش‌تر هم ذکر شد، کشاورزان با مصرف کودهایی نظیر اوره و ازت باعث ورود نیتروژن به خاک و از آنجا باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شوند.

با توجه به مطالعاتی نظیر (۳۴ ، ۱، ۵۰ و ۲۳) و ماهیت متغیر وابسته مطالعه حاضر که به صورت گسسته‌ی ترتیبی است، بهترین مدل برای پاسخ به هدف پژوهش استفاده از الگوی لاجیت ترتیبی می‌باشد (۳۴). در الگوی لاجیت ترتیبی، متغیر وابسته رتبه‌ای بوده و مقادیر گسسته به خود می‌گیرد. روش مناسب برای معرفی الگوی رگرسیون ترتیبی، متغیر مشاهده نشده (پنهان) y_i^* است. برای سادگی ابتدا فرض می‌شود که این متغیر پنهان با متغیر توضیحی x_i همبستگی دارد که به صورت رابطه (۲) نشان داده می‌شود (۱۳):

$$Y_i^* = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (۲)$$

این متغیر پنهان دو مقدار Y_i را به صورت زیر دریافت می‌کند:

$$\begin{aligned} Y_i &= 1 \quad if\ Y_i^* > 0 \\ Y_i &= 0 \quad if\ Y_i^* \leq 0 \end{aligned} \quad (۳)$$

بسط Y_i^* به یک متغیر چندجمله‌ای، با در نظر گرفتن این حقیقت که Y_i^* یک متغیر پیوسته است که به طور خطی به یک متغیر وابسته مربوط است و اطمینان از اینکه این متغیر پنهان به یک متغیر گروهی ترتیبی تبدیل می‌شود، می‌تواند به سادگی توسط رابطه (۳) به بیش از دو گروه انجام شود. از این رو رابطه (۳) به صورت رابطه (۴) اصلاح می‌شود (۳۴ و ۱۳):

$$\begin{aligned} Y_i &= 1 \quad \text{if} \quad \alpha_0 < Y_i^* \leq \alpha_1 \\ Y_i &= j \quad \text{if} \alpha_{j-1} < Y_i^* \leq \alpha_j \quad \text{for } j = 2, \dots, J-1 \\ Y_i &= J \quad \text{if} \quad \alpha_{J-1} < Y_i^* \leq \alpha_J \end{aligned} \quad (۴)$$

که α_0 تا α_J آستانه‌های مشاهده نشده می‌باشند که در نهایت به متغیر شاخص $I[Y_i = j]$ می‌رسد که برابر ۱ است، اگر مشاهده Y_i^* متعلق به گروه j باشد و در غیر این صورت برابر ۰ است. به ازاء i=1,2,…,N و j =1,2,…,J . برای حفظ کردن ترتیب آستانه‌های α_i در رابطه (۴) باید به صورت $\alpha_0 < \alpha_1 < \alpha_2 < \cdots < \alpha_{J-1} < \alpha_J$ برآورد شود. از آنجا که مقادیر حدی متغیر پنهان نامشخص هستند، به سادگی می‌توان $\alpha_0 = -\infty$ و $\alpha_J = +\infty$ را در نظر گرفت که نیازی به برآورد مقادیرشان نیست (۱۳). روابط (۴) را می‌توان با قرار دادن فرد i در گروه j خلاصه نمود:

$$\alpha_{j-1} < y_i^* \leq \alpha_j , \qquad j = 1, \dots, J \quad (۵)$$

وقتی جملات فوق ترکیب می‌شود الگوی رگرسیون رتبه‌ای به صورت روابط زیر حاصل می‌شود:

$$\begin{aligned} Pr[Y_i = j \mid X_i] &= Pr[\alpha_{j-1} < Y_i^* \leq \alpha_j] \\ &= Pr[\alpha_{j-1} - (\beta_0 + \beta_1 X_1) < \varepsilon_i \leq \alpha_j - (\beta_0 + \beta_1 X_i)] \end{aligned} \quad (۶)$$

$$= F\left(\alpha_j - (\beta_0 + \beta_1 X_i)\right) - F\left(\alpha_{j-1} - (\beta_0 + \beta_1 X_i)\right)$$

برای j = 2,3,…,J-1 که

$$Pr[Y_i = 1 \mid X_i] = F\left(\alpha_1 - (\beta_0 + \beta_1 X_i)\right) \quad (۷)$$

$$Pr[Y_i = J \mid X_i] = 1 - F\left(\alpha_{J-1} - (\beta_0 + \beta_1 X_i)\right) \quad (۸)$$

F نشان دهنده تابع توزیع تجمعی ε_i است. توجه به روابط (۳) تا (۸) از این نظر مهم است که پارامترهای α_1 تا α_{J-1} و β_0 به طور پیوسته تصریح شده نیستند (۱۳ و ۳۴). در عمل ممکن است $\beta_0 = 0$ قرار داده شود تا تفسیر الگوی رگرسیون ترتیبی را تسهیل کند. در نتیجه می‌توان نوشت:

$$Pr[Y_i = j \mid X_i] = F(\alpha_j - \beta_1 X_i) - F(\alpha_{j-1} - \beta_1 X_i) \quad (۹)$$

در نهایت این الگو فرض می‌کند که مشاهدات، ناهمگن نیستند، یعنی پارامترهای α_j و β_1 برای تمام افراد یکسان هستند. تعمیم به چنین همگنی دال بر این است کـه پارامترهـای $\alpha_{j,i}$ و $\beta_{1,i}$ بـه i وابسته‌اند (۱۳). تأثیر متغیرهای توضیحی بـر متغیـر وابسـته ترتیبـی خطی نیست، زیرا این متغیرها از طریق تابع و توزیع تجمعی غیرخطی ارتباط برقرار می‌کنند. بنابراین برای تفسیر الگو، نسبت‌های احتمـال و شبه کشش‌ها بکار می‌روند (۱۳). تابع راستنمایی بـه طـور مسـتقیم از رابطه (۱۰) به دست می‌آید. یعنی:

$$L(\theta) = \prod_{i=1}^{N}\prod_{j=1}^{J} Pr[Y_i = j \mid \tilde{X}_i]^{[y_i=j]} = \prod_{i=1}^{N}\prod_{j=1}^{J}\left(\left(F(\alpha_i - \tilde{X}_i\tilde{\beta}) - F(\alpha_{j-1} - \tilde{X}_i\tilde{\beta})\right)\right)^{I[y_i=j]} \quad (۱۰)$$

کـــه θ بـــه طـــور خلاصـــه $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_{J-1})$ و $\tilde{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_k)$ می‌باشد (۱۳). در الگوی لاجیت ترتیبی مقدار $R^2 pseudo$ تفسیر طبیعی و معمول R^2 را نـدارد و در تفسـیر آن باید گفت که با افزایش قدرت برازش الگو مقدار آن افزایش مـی‌یابـد (۱۷). همچنین تفسیر ضرایب به صـورت مسـتقیم انجـام نمـی‌شـود. زمانی که یک متغیر افزایش می‌یابد، تغییر در احتمال علاوه بر اینکـه وابسته به ارزش پیش‌بینی کننده است، به سایر متغیرهـا نیـز بسـتگی دارد. از آن جا که این تغییر در احتمال ثابـت نیسـت، بنـابراین تفسـیر ضرایب به صورت مستقیم انجام نمی‌شود. لـذا جهـت تغییـر احتمـال (علامت ضرایب) برای گروه‌هـای ابتـدایی و انتهـایی قابـل مشـاهده است، و اثر نهایی یک واحد تغییر در پیش‌بینـی کننـده X_k بـر روی احتمال طبقه‌ی j ، به صورت رابطه (۱۱) محاسبه می‌شود (۲۸):

$$\frac{\partial p(Y_i = j|X_i)}{\partial X_k} = \left[\frac{\partial\gamma(\mu_j - \beta' X_i)}{\partial X_k} - \frac{\partial\gamma(\mu_{j-1} - \beta' X_i)}{\partial X_k}\right]$$
$$= [\lambda(\mu_{j-1} - \beta' X_i) - \lambda(\partial\gamma(\mu_j - \beta' X_i)]\beta_k \quad (۱۱)$$

که در آن

$$\lambda_j(X_i) = {}^{\partial\gamma_j(X_i)}/_{\partial X_k} \quad , \quad \mu_. = -\infty \text{ و } \mu_j = +\infty$$

مـی-

باشد.

با توجه به آنکـه اثـرات نهـایی بـه ارزش‌هـای کلیـه متغیرهـای توضیحی وابسته است، تصمیم‌گیری بـرای بـه کـارگیری ارزش‌هـای متغیرها در برآورد، بسیار مهم است. معمولا اثرات نهایی در ارزش‌های میانگین متغیرها محاسبه می‌شود. با توجه به اینکه مجموع احتمالات، همواره برابر یک است، بنابراین مجموع اثرات نهایی برای هـر متغیـر برابر صفر است (۲۸).

آزمون رگرسیون‌هـای مـوازی[1]، منطقـی بـودن فرضـیه برابـری پارامترها برای تمامی گروه‌ها را بررسی می‌کند. براساس ایـن آزمـون، الگوی برآورد شده با یک مجموعه ضرایب برای تمـامی گـروه‌هـا بـا الگویی با مجموعه‌ای مجزا از ضرایب برای هر گروه مقایسه می‌شـود. فرضیه صفر این آزمون، همان الگوی فعلی برآورد یعنی الگوی لاجیت ترتیبی است. هرگاه فرضیه صفر پذیرفته شود، بیانگر ایـن اسـت کـه پارامترهای وضعیت برای همه گروه‌های پاسخ یکسان هستند. با توجه به آماره χ^2 آزمون رگرسیون‌های موازی، که از رابطه (۱۲) به دست می‌آید، می‌توان بین فرضیه صفر و مقابل دست به انتخاب زد.

$$\chi^2 = -2LogLikelihood_{cm} - (-2LogLikelihood_{Gm}) \quad (۱۲)$$

که در آن cm و Gm به ترتیـب نشـان دهنـده الگـوی فعلـی و الگوی عمومی می‌باشد. به عبارت دیگر هرگاه χ^2 محاسـبه شـده از طریق رابطه فوق از χ^2 جدول بیشتر باشد، نشان‌دهنده عـدم قبـول فرض صفر است. چنانچه فرضیه وجود رگرسیون موازی رد شود، بایـد از لاجیت ترتیبی تعمیم یافتـه اسـتفاده کـرد (۴۷ و ۴۸). پارامترهـای آستانه و پارامتر عرض از مبداء در معادله متغیر پنهان، به طور پیوسـته تصریح شده نیستند، بنابراین عمل قرار دادن پـارامتر عـرض از مبـداء برابر صفر، معمول است. این بدین معنی است که فـرض شـود بـردار تخمین زننده X_i تنها شامل K ستون مربوط به متغیرهای توضـیحی و بدون ستون عرض از مبداء است. در حـالی کـه در الگـوی لاجیـت ترتیبی تعمیم یافته، برای پارامترهای تخمینی متغیرهای مستقلی کـه فرض رگرسیون موازی را رد کرده‌انـد بـه ازای گـروه‌هـا یـا سـطوح مختلف می‌تواننـد از سـه حالـت کلـی تبعیـت کننـد (۴۸ و ۴۷). اول، لاجیت ترتیبی تعمیم یافته بدون محدودیت[2] که مقادیر ضرایب بـرای همه سطوح متفاوت اسـت. دوم، حالـت احتمـالات متناسـب[3] کـه در مقادیر ضرایب میان سطوح مختلف یکسان است. و حالت سوم، حالت احتمالات متناسب جزئی[4] است که در آن مقادیر ضـرایبی کـه فـرض رگرسیون موازی را نقض کرده‌اند در میان سطوح متفاوت است (۴۸ و ۴۷). یعنی هر کدام از سطوح علاوه بر داشتن عـرض از مبـدا مجـزا،

1- Parallel Regression Test
2- Generalized Ordered Logit Without Restrictions
3- Proportionate Probability
4- Proportionate Probability Partial

دارای ضرایب متفاوت نیز خواهند بود. الگوی عمومی تحقیـق حاضـر به شرح رابطه (۱۳) است:

$$Y_i^* = \alpha_0 + \beta_j X_j + \varepsilon_i \qquad (۱۳)$$

جدول ۱- توصیف متغیرهای مورد استفاده در الگوی لاجیت ترتیبی

Table 1- Description of Variables Used in the Ordered Logit Model

متغیر Variable	شرح Description
میزان نیترات خالص وارد شده به آب The net amount of nitrate in the water	آلودگی کم: به اندازه نیاز گیاه و کمتر (حداکثر ۳۵ کیلوگرم در هکتار) Low pollution: Up to 35 kg per hectare آلودگی متوسط: بیش از نیاز گیاه (۳۵ تا ۷۰ کیلوگرم در هکتار) Average pollution: 35 to 70 kg per hectare آلودگی زیاد: خیلی بیشتر از نیاز گیاه (بیش از ۷۰ کیلوگرم در هکتار) High pollution: more than 70 kg per hectare
فعالیت اصلی The main activity	فعالیت کشاورزی: ۰ و فعالیت غیرکشاورزی:۱ Agricultural activities: 0 and non-agricultural activity: 1
تجربه Experience	تعداد سال‌های فعالیت شالیکاری Years of paddy rice farming activities
تعداد افراد خانوار Household size	تعداد افراد number of people
موافقت با حذف یارانه کود Agree with the elimination of fertilizer subsidies	خیر : ۰ بله: ۱ No: 0 Yes :1
نگرش مثبت نسبت به ارگان‌های حمایتی Positive attitude towards supportive organization	بر اساس طیف لیکرت (خیلی کم تا خیلی زیاد) Based on the Likert spectrum (very low to very high)
سطح زیرکشت area Cultivation	زیر ۵۰۰۰ متر: ۰ ۵۰۰۰ تا ۱ هکتار: ۱ بیشتر از یک هکتار:۲ hectare under 5000 meters:0 5000 meters to one hectare:1 More than one hectare:2
تحصیلات Education	بی سواد: ۱ ابتدایی: ۵ سیکل تا دیپلم: ۹ دیپلم: ۱۲ فوق دیپلم: ۱۴ لیسانس: ۱۶ بالاتر از لیسانس: ۱۸ Illiterate:1 Primary:5 High school:9 Diploma:12 Associate Degree 14 Bachelor: 16 Higher degrees than Bachelor : 18
آگاهی از مضرات آلودگی آب Awareness of the harmful effects of water pollution	میزان آگاهی بر اساس طیف لیکرت The level of knowledge based on Likert spectrum
آگاهی از کشت ارگانیک Awareness of organic farming	آگاهی دارند=۰ آگاهی ندارند=۱ Awareness:0 not aware:1
کودپاشی در یک مرحله Fertilizer in one stage	خیر : ۰ بله: ۱ No: 0 Yes:1
استفاده از کود حیوانی The use of manure	خیر : ۰ بله: ۱ No: 0 Yes:1
سطح درآمد (تومان) The Level of income (Toman)	زیر ۵ میلیون: ۰ ۵ تا ۱۰ میلیون: ۱ بیشتر از ۵ میلیون: ۲ Under 5 million :0 5 to 10 million:1 more than 5 million:2
منبع آبیاری Irrigation source	چاه: ۰ رودخانه: ۱ آب بندان: ۲ Wells: 0 streams: 1 Water reservoirs: 2
پرداخت آب بها Water charges payment	بله: ۱ خیر:۰ Yes: 1 No: 0
نوع مالکیت زمین Land ownership status	مالک: ۱ اجاره: ۲ سهم بری: ۳ Owner:1 Rent:2 participation:3
آیش گذاری Fallow	خیر : ۰ بله: ۱ No: 0 Yes:1

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

جدول ۲- خصوصیات متغیر وابسته گروه‌های آلودگی نیترات

Table 2- The characteristics of dependent variable of nitrate contamination groups

گروه‌های متغیر وابسته Dependent variable groups	تعداد مشاهدات The number of observations	درصد مشاهدات Percentage of the observations	درصد تجمعی Cumulative percent
کم Low	46	43.4	43.4
متوسط Medium	26	24.53	67.92
زیاد High	34	32.8	100
مجموع Total	106	100	–

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research findings

X_jها نشان دهنده‌ی متغیرهای مستقل اقتصادی، اجتماعی و کشاورزی هستند که احتمال می‌رود بر متغیر وابسته ترتیبی میزان نیترات محلول در آب زیرزمینی (Y_i^*) مؤثر باشند. شرح مختصری از متغیر وابسته و متغیرهای مستقل مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

به منظور انتخاب نمونه‌ها، از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده استفاده شد. داده‌های استفاده شده در این بخش از طریق پیمایش میدانی در سال ۱۳۹۴ برای شهرستان ساری جمع‌آوری شد. برای تعیین تعداد نمونه، یک پیش مطالعه[1] انجام گرفت. برای این منظور در جامعه‌ی کشاورزان شالیکار دشت ساری ۳۰ کشاورز انتخاب شده‌اند. نتایج بررسی نمونه نشان داد که واریانس صفت مورد مطالعه (سرانه مصرف نیتروژن خالص) کشاورزان، برابر ۰/۵۶۴ می‌باشد. براساس فرمول رابطه کوکران، حجم نمونه‌ی کشاورزان برابر ۹۸ کشاورز تعیین شد که در نهایت ۱۰۶ پرسشنامه تکمیل شد. برآورد مدل و نتایج آنها با استفاده از نرم‌افزار Stata12 انجام گرفت.

نتایج و بحث

بر اساس داده‌های استخراج شده از ۱۰۶ کشاورز مصاحبه شونده، میانگین سنی کشاورزان حدود ۵۰ سال است که نزدیک به ۹۵ درصدشان مذکر بوده‌اند و بطور میانگین ۲۹ سال تجربه کار کشاورزی با میانگین ۹ سال (معادل سیکل) سواد داشته‌اند. همچنین فقط ۲۳ درصد از کشاورزان عنوان کرده‌اند که کار شالیزاری کفاف هزینه‌های زندگی‌شان را می‌دهد. میانگین سطح زیر کشت، قیمت فروش محصول و میزان برداشت کشاورزان در نمونه مورد مطالعه به ترتیب ۱/۵ هکتار، ۶۰۰۰ تومان برای هر کیلو و ۳/۲ تن بوده است. بیشتر کشاورزان در بیش از یک مرحله به کودپاشی در مزرعه برنج (شالیزار) می‌پردازند و بطور میانگین ۲۹۲/۳ کیلوگرم در یک دوره کشت از کود حاوی نیترات استفاده می‌کنند. از طرفی نزدیک به ۷۰ درصد شالیکاران بطور میانگین نزدیک به ۴ ماه در سال، آب‌بها پرداخت می‌کنند. به ترتیب ۷۰ درصد و ۴۲ درصد شالیکاران از مبارزه بیولوژیک دفع آفات و همچنین کشت ارگانیک آگاهی دارند. شالیکاران مورد بررسی، نگرش متوسطی نسبت به ارگان‌های حمایتی و دولتی دارند و تأثیر مصرف کود شیمیایی بر افزایش تولید خود را در سطح بالایی متصور هستند. جدول (۲)، خصوصیات آماری متغیر وابسته را نشان می‌دهد. با توجه به مطالعاتی نظیر (۳۴، ۱، ۵۰ و ۲۳) و اطلاعات جمع‌آوری شده از مصاحبه چهره به چهره، متغیر وابسته به سه گروه تقسیم شده است. تعداد مشاهدات هر مقطع به ترتیب برای گروه اول، دوم و سوم برابر ۴۶ و ۲۶ و ۳۴ به دست آمده است. ۴۳ درصد شالیکاران در گروه کشاورزانی هستند که نیتراتی در حد متعادل به آب وارد می‌کنند، اما ۶۴ درصد آنها در گروه ایجادکنندگان آلودگی متوسط و زیاد نیترات قرار دارند که جای تأمل دارد.

در ادامه به بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی آب‌های زیرزمینی در دشت ساری پرداخته می‌شود. نمونه مورد بررسی شامل ۱۰۶ کشاورز از شالیکاران دشت ساری می‌باشد که ابتدا مدل لاجیت ترتیبی برآورد شد و آزمون‌های رگرسیون موازی انجام گردید. اما نتایج این آزمون، که در جدول (۳) ارائه شده است نشان داد الگوی لاجیت ترتیبی شرط رگرسیون موازی را تأمین نکرده است. براساس این جدول به غیر از آماره آزمون والد بقیه آزمون‌ها معنی‌دار شده‌اند که سیگنالی را به معنی نپذیرفتن الگوی لاجیت ترتیبی فعلی تخمین زده شده نشان می‌دهد. بنابراین برای بررسی دقیق‌تر، آزمون رگرسیون موازی برای تک تک متغیرهای مستقل انجام گردید.

نتایج آزمون رگرسیون موازی برای تک تک متغیرهای مستقل در جدول (۴) ارائه شده است. از ۱۷ متغیر مستقل ۷ متغیر شرط رگرسیون موازی را نقض کرده‌اند.

1- Pilot Study

جدول ۳- نتایج آزمون رگرسیون‌های موازی برای مدل لاجیت ترتیبی

Table 3- Results of parallel regression test for ordered logit model

آماره **Statistics**	سطح معنی‌داری **The significance level**	آماره چی-دو **Chi square statistics**
Wald	0.29	21.82
Wolfe Gould	0.02	32.75
Score	0.002	41.36
likelihood ratio	0.000	57.67

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ٤- نتایج آزمون رگرسیون‌های موازی برای متغیرهای مستقل

Table 4- Results of regression parallel test for independent variables

متغیر **Variable**	سطح معنی‌داری **The significance level**
تعداد اعضای خانوار Family size	0.13
تجربه کشاورزی Experience	0.34
سطح سواد Education	0.016
شغل اصلی Main job	0.001
کفاف زندگی Livelihood	0.001
درآمد Income	0.89
نوع مالکیت زمین Land ownership status	0.000
سطح کشت Cultivation area	0.000
آیش Fallow	0.001
مراحل کودپاشی Stages of fertilizer	0.29
کود حیوانی Manure	0.96
میزان آگاهی از مضرات آلودگی آب Awareness of the harmful effects of water pollution	0.18
آبیاری Irrigation source	0.84
پرداخت آب بها Water charges payment	0.90
حذف یارانه Elimination of subsidies	0.36
آشنایی با ارگانیک Awareness of organic farming	0.000
نگاه مثبت به ارگان های حمایتی Positive attitude towards supportive organization	0.32

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق

براساس جدول۴، متغیرهایی نظیر سطح سواد، شغل اصلی، کفاف زندگی، نوع مالکیت، سطح کشت، آیش و آشنایی با کشت ارگانیک معنی‌دار شده‌اند و فرضیه رگرسیون موازی را نقض کرده‌اند، رد شده است. با این حساب باید به برآورد مدل لاجیت ترتیبی تعمیم یافته با احتمالات متناسب جزئی پرداخت، با این تفاوت که ضرایب متغیرهای مذکور در گروه‌های سه‌گانه متفاوت از هم خواهند بود.

نتایج برآورد الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته در جدول (۵) نشان داده شده است. مقدار آماره چی- دو نشان می‌دهد که کل رگرسیون معنادار می‌باشد. R^2 کاذب[1] نیز ۴۸ درصد بدست آمده است که برای مدل‌های گسسته مانند لاجیت ترتیبی مقدار مناسبی است. از آنجا که مدل به صورت لاجیت ترتیبی تعمیم یافته برآورد شده است، ضرایب متغیرهای مستقلی که فرض رگرسیون موازی را رد کرده‌اند برای گروه‌های سه گانه متفاوت است و ممکن است در یک گروه از نظر آماری بی‌معنی ولی در گروه دیگر معنی‌دار باشد. بطور کلی ضرایب مدل تفسیر نمی‌شود، فقط علامت آنها در انتقال به گروه بالاتر کاربرد دارد. در این جا گروه سوم (گروه با آلودگی زیاد) به عنوان گروه پایه در نظر گرفته شده است.

به طور مثال متغیر درآمد که فرض رگرسیون موازی را نقض نکرده است در گروه اول و دوم ضریبی برابر با ۰/۸۲۹ دارد که در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار شده است. به این معنی که با افزایش سطح درآمد کشاورزان و ثابت بودن سایر شرایط، احتمال اینکه کشاورز در گروه با آلودگی بیشتر قرار بگیرد افزایش می‌یابد. این می‌تواند ناشی از این باشد که کشاورزان پر درآمد توان بیشتری در مصرف کود، آب و کشت وسعت بیشتر زمین دارد که تأثیر مستقیم بر ورود نیترات به آب دارند. مطابق انتظار متغیرهای معنی‌داری مانند استفاده از کود حیوانی، پرداخت آب‌بها و موافق با حذف یارانه کود تأثیر منفی و معنی‌داری بر میزان نیترات وارد شده به آب دارند، به عبارتی با افزایش هر کدام از این متغیرها احتمال قرار گرفتن کشاورز در گروه با آلودگی بیشتر، کاهش می‌یابد.

اما متغیرهایی که فرض رگرسیون موازی را نقض کرده‌اند ضرایب متفاوتی در گروه‌ها دارند، برای مثال متغیر سطح سواد شالیکاران در گروه اول از نظر آماری بی‌معنی شده است ولی در گروه دوم با مقدار ۰/۲۶۵- در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. به عبارت دیگر با افزایش سطح سواد کشاورزان و و ثابت بودن سایر شرایط، احتمال قرار گرفتن کشاورزان با آلودگی متوسط در گروه کشاوران با آلودگی زیاد، کاهش می‌یابد ولی بر کشاورزان گروه اول از نظر آماری اثر معنی‌داری ندارد. مقدار ضریب متغیر شغل اصلی شالیکار، که به ترتیب ۳/۳۸- و۲/۵۳ برای گروه اول و دوم بدست آمده است که برای هر دو گروه معنی‌دار شده است. یعنی چنانچه شغل اصلی کشاورز از کشاورزی به غیر کشاورزی تغییر کند احتمال قرار گرفتن کشاورزان گروه اول در گروه بالاتر کاهش می‌یابد ولی احتمال قرار گرفتن کشاورزان گروه دوم در گروه با آلودگی زیاد افزایش می‌یابد. به دلیل مشابهت تفاسیر ضرایب و جهت جلوگیری از تکرار و همچنین کاربرد بیشتر تفسیر اثرات نهایی در الگوهای این چنینی، از تفسیر باقی متغیرها صرف نظر کرده و در ادامه به بررسی اثرات نهایی پرداخته می‌شود.

در جدول (۶) نتایج مربوط به برآورد اثرات نهایی متغیرهای مستقل برای هر یک از گروه‌ها آمده است. با دقت نظر در اطلاعات جدول (۶) به نتایج جالب توجه‌ای می‌توان دست یافت که به طور خلاصه به آن اشاره می‌شود. اگر درآمد حاصل از شالیکاری کفاف هزینه‌های زندگی کشاورز را دهد، احتمال قرار گرفتن کشاورز در گروه با آلودگی متوسط ۰/۶۳ واحد افزایش و احتمال قرار گرفتن در گروه با آلودگی زیاد ۰/۳۸ واحد کاهش می‌یابد. اگر شغل اصلی کشاورز فعالیت غیرکشاورزی یعنی زندگی فرد بیشتر به فعالیت غیرکشاورزی وابسته باشد تا فعالیت کشاورزی، احتمال قرار گرفتن کشاورز در گروه با آلودگی کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۰/۶۲ واحد زیاد، ۱/۱۸ واحد کم و ۰/۵۵ واحد با ثابت بودن سایر شرایط زیاد می‌شود.

اگر درآمد کشاورز به اندازه یک واحد افزایش یابد، احتمال قرار گرفتن کشاورز در گروه با آلودگی کم ۰/۲ واحد کاهش و احتمال قرار گرفتن در گروه با آلودگی زیاد، ۰/۱۷ واحد افزایش می‌یابد. به عبارتی می‌توان گفت که کشاورزان پردرآمد، عموما سطح کشت بیشتری دارند و آب و کود بیشتری نیز مصرف می‌کنند که این مسئله خود باعث قرار گرفتن آنها در گروه با آلودگی بیشتر می‌شود. به همین ترتیب با خارج شدن مالکیت زمین از دست کشاورز یعنی با تغییر مالکیت زمین به حالت اجاره‌ای یا سهم‌بری، احتمال قرار گرفتن کشاورز در گروه آلودگی کم، متوسط و زیاد به ترتیب ۰/۲۸، ۰/۷۲ و ۰/۴۳ واحد افزایش می‌یابد. به عبارتی اگر کشاورانی که مالکیت زمین را بر عهده ندارند (اجاره یا سهم‌بر هستند) نسبت به شالیکاران مالک، احتمال قرار گرفتنشان در گروه با آلودگی متوسط بیشتر است.

با یک واحد (۱۰۰۰متر مربع) افزایش سطح زیر کشت برنج، احتمال قرار گرفتن شالیکار در گروه اول ۰/۹۸ واحد کاهش و احتمال قرار گرفتن در گروه آلودگی متوسط و آلودگی زیاد به ترتیب ۰/۶۶ و ۰/۲۷ واحد افزایش می‌یابد. از طرفی استفاده شالیکار از کود حیوانی، احتمال قرار گرفتن وی را در گروه با آلوده‌کنندگی کم نیترات ۰/۳۵ واحد افزایش و در گروه با آلودگی زیاد را ۰/۲۶ واحد کاهش می‌دهد. پرداخت آب‌بها نیز احتمال قرار گرفتن شالیکار را در گروه با آلودگی کم، ۰/۳۵ واحد افزایش و احتمال قرار گرفتن شالیکار در گروه با آلودگی زیاد نیترات را ۰/۳۳ واحد کاهش می‌دهد.

1- Pseudo R2

جدول ۵- نتایج حاصل از تخمین الگوی لاجیت ترتیبی تعمیم‌یافته

Table 5- The results of the model the generalized ordered logit model

	گروه آلودگی کم Low pollution groups		گروه با آلودگی متوسط Medium pollution groups		گروه با آلودگی زیاد High pollution groups
متغیر Variable	ضریب Coefficient	احتمال Probability	ضریب Coefficient	احتمال Probability	
تعداد اعضای خانوار Family size	0.119	0.540	0.119	0.540	گروه پایه Base group
تجربه کشاورزی Experience	0.022	0.35	0.022	0.351	
سطح سواد Education	0.055	0.54	-0.265**	0.020	
شغل اصلی Main job	-3.388***	0.00	2.530*	0.056	
کفاف زندگی Livelihood	1.012	0.237	-2.642**	0.010	
درآمد Income	0.829*	0.067	0.829*	0.067	
نوع مالکیت زمین Land ownership status	-1.14*	0.079	2.074***	0.001	
سطح کشت area Cultivation	1.751***	0.00	1.311**	0.014	
آیش گذاری Fallow	-0.567	0.494	2.524***	.005	
مراحل کود پاشی Stages of fertilizer	-0.361	0.635	-0.361	0.635	
کود حیوانی Manure	-1.611*	0.079	-1.611*	0.079	
آگاهی از مضرات آلودگی آب Awareness of the harmful effects of water pollution	0.052	0.849	0.052	0.849	
منبع آبیاری Irrigation source	0.234	0.50	0.234	0.508	
پرداخت آب بها Water charges payment	-1.486**	0.040	-1.486**	0.047	
حذف یارانه Elimination of subsides	-1.980**	0.033	-1.980**	0.033	
آشنایی با ارگانیک Awareness of organic farming	-2.515	0.009	2.354**	0.024	
نگاه مثبت به ارگان های حمایتی Positive attitude toward the supportive organizations	-3.392	0.015	0.534**	0.015	
عرض از مبدا Intercept	-3.93	0.058	-7.12***	0.002	
LRchi2(9)= 111.29 Prob >chi2=0.000			Log likelihood = -57.955 Pseudo R2 = 0.48 تعداد مشاهدات = 106 Number of observations		

Source: Research findings منبع: یافته‌های تحقیق

Significant at ***: 1% **: 5% *: 10% معنی‌دار در سطح ***: ۱ درصد **: ۵ درصد *:۱۰درصد

جدول ٦- اثرات نهایی گروه های اول، دوم و سوم

Table 6- Marginal effects of the first, second and third groups

متغیر Variable	اثر نهایی گروه آلودگی کم Marginal Effects of low pollution	اثر نهایی گروه آلودگی متوسط Marginal Effects of medium pollution	اثر نهایی گروه آلودگی زیاد Marginal Effects of High pollution
تعداد اعضای خانوار Family size	-0.029	0.004	0.025
تجربه کشاورزی Experience	-0.005	0.00	0.004
سطح سواد Education	-0.013	0.069**	-0.055**
شغل اصلی Main job	0.628***	-1.181***	0.553**
کفاف زندگی Livelihood	-0.244	0.634***	-0.389***
درآمد Income	-0.207*	0.033	0.173*
نوع مالکیت زمین Land ownership status	0.286*	0.721***	0.434***
سطح کشت Cultivation levels	-0.987***	0.662***	0.274**
آیش Fallow	0.140	-0.687	0.547***
مراحل کودپاشی Stages of fertilizer	0.089	-0.017	-0.071
کود حیوانی Manure	0.357**	-0.097	-0.260**
آگاهی از مضرات آلودگی آب Awareness of the harmful effects of water pollution	-0.013	0.002	-0.011
منبع آبیاری Irrigation source	-0.058	0.009	0.049
پرداخت آب‌بها Water charges payment	0.350**	-0.019	-0.331*
موافقت حذف یارانه Agree with elimination of subsides	0.495**	-0.079	-0.415**
آشنایی با ارگانیک Awareness of organic farming	0.552***	-1.039***	0.487**
نگرش نسبت به ارگان‌های حمایتی Positive attitude towards supportive organization	-0.133**	0.021	0.112**

منبع: یافته‌های تحقیق معنی‌دار در سطح ***: ۱ درصد **: ۵ درصد *:۱۰درصد

Source: research findings significant at ***: 1% **: 5% *: 10%

احتمال قرار گرفتن شالیکاران موافق نسبت به شالیکاران مخالف با حذف یارانه کود و سموم شیمیایی، در گروه کشاورزان با آلودگی کم، ۰/۴۹ واحد افزایش و احتمال قرار گرفتن در گروه با آلودگی بالای نیترات ۰/۴۱ واحد کاهش می‌یابد.

آشنایی با کشت محصول ارگانیک احتمال قرار گرفتن کشاورز را در گروه با آلودگی کم، ۰/۵۵ واحد افزایش می‌دهد. در حالی که احتمال قرار گرفتن آنها در گروه با آلودگی زیاد به میزان کمتری افزایش می‌یابد. از طرفی هرچه شالیکاران نگرش مثبت‌تری نسبت به ارگان‌های حمایتی و دولتی داشته باشند احتمال قرارگیری آنها در گروه با آلودگی کم نیترات ۰/۱۳ واحد کاهش و احتمال قرارگیری‌شان در گروه با آلودگی زیاد نیترات ۰/۱۱ واحد افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به اهمیت کیفیت آب و استفاده آن به عنوان عامل مهم تولید در کشت برنج به عنوان محصولی مهم در استان مازندران از یک طرف و استفاده غیربهینه و بیش از حد کودهای حاوی نیترات که باعث آلودگی آب‌های سطحی و زیرسطحی شده است از طرف دیگر؛ هدف این مطالعه، بررسی عوامل مؤثر بر انتشار نیترات به آب‌های زیرزمینی در کشت برنج در شهرستان ساری انتخاب شده است. به این منظور از ۱۰۶ کشاورز شالیکار شهرستان ساری مصاحبه به عمل آمد و اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری و استخراج گردید. با توجه به ماهیت ترتیبی میزان ورود نیترات به آب‌های زیر زمینی در کشت برنج به عنوان متغیر وابسته از مدل رگرسیونی لاجیت ترتیبی تعمیم یافته برای بررسی عوامل مؤثر بر ورود نیترات به آب‌های زیرزمینی استفاده شد. آزمون رگرسیون موازی نشان داد که برخی از متغیرهای مستقل فرض رگرسیون موازی را نقض کرده‌اند، بنابراین جهت بهبود نتایج از رگرسیون پیشرفته‌تر لاجیت ترتیبی تعمیم یافته استفاده شد. نتایج نشان داد که متغیرهای مانند سطح سواد، سطح درآمد، استفاده از کود حیوانی، نوع مالکیت زمین، سطح زیر کشت برنج، پرداخت آب‌بها، آشنایی با کشت ارگانیک، متغیر کفاف زندگی، موافقت با حذف یارانه کود، میزان نگرش مثبت به ارگان‌های حمایتی بر سطوح سه‌گانه متغیر وابسته (میزان ورود نیترات به آب زیرزمینی) اثرات مختلفی دارد.

براساس نتایج بدست آمده، پیشنهادات زیر جهت استفاده بهینه از کودهای حاوی نیترات و بهبود سلامت آب‌های زیرزمینی در کشت برنج پیشنهاد می‌گردد:

با توجه به آمار توصیفی، نزدیک به ۵۶ درصد شالیکاران شهرستان ساری در حد متوسط و زیاد نیترات وارد آب زیرزمینی می‌کنند که ۹۵ درصد آنها مذکر و سرپرست خانوار هستند. یعنی برای کسب درآمد بیشتر، با استفاده از کود شیمیایی فشار بیشتری به زمین وارد می‌کنند. با توجه به عوامل تأثیرگذار درآمدی و این متغیر که شغل شالیکاری کفاف هزینه‌های زندگی ۷۷ درصد افراد مورد بررسی را نمی‌دهد، نگاه ویژه ارگان‌های حمایتی دولتی، خصوصی و بیمه‌ای به این بخش مورد نیاز و حائز اهمیت است.

جالب توجه است که هرچه نگرش شالیکاران نسبت به ارگان‌های حمایتی مثبت‌تر می‌شود، استفاده از کود شیمیایی را افزایش می‌دهند و از طرفی موافقت با حذف یارانه کود (بالا رفتن قیمت کود) باعث کاهش مصرف کودهای حاوی نیترات در کشت برنج می‌گردد. بنابراین تجدید نظر در سیاست‌های حمایتی ارگان‌های حمایت‌گر دولتی و خصوصی از شالیکاران می‌تواند مثمر ثمر واقع شود، به نحوی که سیاستگذاری‌ها بجای حمایت‌های یارانه‌ای کود، به سمت تسهیل فروش محصول و بهبود درآمد کشاورزان سوق داده شود.

متغیر نوع مالکیت زمین نشان داد که اگر شالیکار مالک زمین نباشد و اجاره‌ای یا سهم‌بری کشت کند، برای کسب درآمد بیشتر، با افزایش استفاده از کود شیمیایی سعی بر افزایش عملکرد در مقیاس زمین می‌کند. در اینجا تجدید نظر در سهم مالک و سهم‌بر معاملات مضاربه‌ای تحت نظارت ارگان‌های ناظر کشاورزی پیشنهاد می‌شود. البته حمایت درآمدی و تسهیل فروش کشاورز مالک زمین نیز می‌تواند از اجاره دادن زمین جلوگیری نماید.

استفاده از کودهای طبیعی و غیرشیمیایی و آشنایی با کشت محصولات سالم و ارگانیک، باعث قرار گرفتن شالیکار در سطح استفاده حداقلی از کود شیمیایی و به تبع آن کاهش ورود نیترات به آب‌های زیر زمینی می‌شود. بنابراین ترویج، تبلیغ و تشویق شالیکاران به کشت ارگانیک در کنار مشوق‌های مالی و بیمه‌ای می‌تواند کار ساز باشد.

با توجه به اینکه نتایج بدست آمده نشان می‌دهد ضریب و اثر نهایی متغیر پرداخت آب‌بها در کاهش ورود نیترات به آب‌های زیرزمینی مؤثر است و از طرفی سیاست قیمت‌گذاری آب در کشت برنج در استان مازندران سنتی است و براساس تعادل عرضه و تقاضای آب واقع نشده است، که خود عاملی در جهت تخصیص غیربهینه آب می‌باشد. بنابراین طراحی و اجرای سیاستگذاری کارای بازار آب کشاورزی در استان مازندران برای نزدیک شدن به قیمت واقعی آب پیشنهاد می‌گردد.

در نهایت برای مطالعات آتی هم جهت با مطالعه حاضر، پیشنهاد می‌شود که مطالعه‌ای با ترکیب اطلاعات و مدل‌هایی در زمینه‌های اقتصاد، زراعت، علوم آب و خاک، جهت بررسی دقیق‌تر میزان آبشویی نیترات و دیگر مواد مضر وارد شده به منابع آب، با توجه به نوع گیاه کشت شده و خاک منطقه، و بررسی عوامل مؤثر بر آن صورت پذیرد.

منابع

1- Bakhshi A., Shahnazari H., and Tahmasebi R. 2013. Simulated nitrate transport paddy rice fields of Mazandaran in canola growing season for water resources management. Journal of Water and Irrigation Management (Journal of Agriculture), 3(2): 29-42. (In Persian).

2- Antweiler W., Copeland R. B., and Taylor M. S. 2001. Is Free Trade Good for the Environment? The American Economic Review; 4(2): 877- 908.

3- Asteriou D. 2007. Applied econometrics: a modern approach using Eviews and Microfit Rev.ed. 2007: 236-442.

4- Azmoodeh M. 2013. History of economic thought. Nashre Nei. (In Persian)

5- Babiker I.S., Mohamed M.A.A., Hayama T., and Kato K. 2005. A GIS-based DRASTIC: model for assessing aquifer vulnerability in Kakamigahara heights, Gifu Prefecture, central Japan. Journal of Science of the Total Environment, 345(1-3): 127-40.
6- Baltagi H. 2002. Econometrics Analysis of Data, second Edition، John Wileys Sons، Ltd: 216-288.
7- Beghin J., Dessus S., et al. 1997. The trade and environment nexus in Mexican agriculture. A general equilibrium analysis. Agricultural Economics, 17(2–3): 115-131.31
8- Dehkordi A., Afioni M., and Mosavi S. F. 2005. Assessment of changes in nitrate concentrations in groundwater in in zayandehrood, Isfahan province, Journal of Ecology, 39: 33-40. (In Persian)
9- Di H. J., and Cameron K. C. 2002. Nitrate leaching and pasture production from different nitrogen sources on a shallow stony soil under flood-irrigated dairy pasture. Australian Journal of Soil Research, 40(2): 317-334.
10- Dinardo N. John. 1997. Econometric methods, 4th Ed, c1997, 124-136.
11- Fazeli M., Kalantari F., Rahimi M.H., and Khubyari A. 2011. Investigating the temporal and spatial distribution of nitrate pollution of groundwater Zydun plains. Water Engineering Journal, 4(8):45-51. (In Persian)
12- Fewtrell L. 2004. Drinking-water nitrate, methemoglobinemia, and global burden of disease. A discussion. Environmental Health Perspective, 112 (14): 1371-1374.
13- Fronsec P. 2001. Quantitative models in marketing research, the dependent variable is the two-choice: 97-116.
14- Gibson RS., Vanderkooy PC., Mclennanc CE., et al. 1987. Contribution of tap water to mineral intakes of Canadian preschool children. Arch Environ Health, 42(3): 165-172.
15- Goolsby D. A. 2000. Mississippi Basin nitrogen flux believed to cause Gulf hypoxia. Eos, Transactions American Geophysical Union, 81(29):321-327.
16- Grazhdani D. 2015. Contingent Valuation of Residents' Attitudes and Willingness to- Pay for Non-Point Source Pollution Control: A Case Study in AL-Prespa, Southeastern Albania, Environmental Management 56:81–93.
17- Green W.H. 1993. Econometric Analysis, second Edition, Macmillan.
18- Grossman G.M., and Krueger A.B. 1995. Economic growth and the environment Quarterly, Journal of Economics, May, 353– 358.
19- Gujarati D.N. 2005. Basic Econometrics, McGraw-Hill.
20- Hsiao C. 1986. Autoregressive Modeling and Money-Income Causality Detection. Journal of Monetary Economics, pp. 85-106.
21- Jalali Koutenaei N., Naseri A., and Salahshour J. 2008. Water requirement and crop coefficient of rice (case study: Tarom cultivar) by lysimetric type N-Type in Mazandaran province Mahmoud Abad city. 2nd National Conference on Irrigation and Drainage Network Management, Ahwaz, Chamran University. (In Persian)
22- Josuma G., et al. 1987. Groundwater contamination: Use of models in decision- making, kluwer Academic Publisher, 178p.
23- Kamiab Talysh F., Razavipour Komala D., and Rezaei M. 2011. Evaluation of nitrate leaching losses during rice growing season. 12th Congress of Soil Sciences, Tabriz, Iran 12- 14 September 2011. (In Persian)
24- Khazaei S.H., Khorasani N., Talebi Jahromi KH., and Ehteshami M. 2010. Investigation of the groundwater contamination due to the use of Diazinon insecticide in Mazandaran province (case study: Mahmoud Abad City). Journal of Natural Environmental, Iranian Journal of Natural Resources, 63(1): 23-32. (In Persian with English abstract)
25- Knobeloch L., et al. 2000. Et al Blue babies and nitrate contaminated well water. Environmental Health Perspective, 108 (7): 675-678.
26- Krapac I. G., et al. 2002. Impacts of swine manure pits on groundwater quality. Environ Pollute, 120 (2): 475-92.
27- Lee C.-C., Chiu Y.B., et al. 2010. The environmental Kuznets curve hypothesis for water pollution: Do regions matter? Energy Policy, 38(1): 12-23.
28- Liao S.H. 1994. Knowledge Management Technologies and Applications- Literature Review from 1985 to 1994. Expert Systems and Applications, 25 (2): 155-164.
29- Madala G. S. 1998. Unit roots, Cointegration and Structural change, Econometica, 47, 261-266.
30- Managi S., A Hibiki A., et al. 2009. "Does trade openness improve environmental quality?" Journal of Environmental Economics and Management, 58(3): 346-363.
31- Matyas L. 1992. Proper Econometric Specification of the Gravity Model", The Model for assessing aquifer vulnerability in Kakamigahara heights, Kifu Prefecture.
32- Mazandaran Regional Water Organization. Department of Water Resources basic studies. The statistical report. 2014. Ministry of Energy. (In Persian)
33- Ministry of Agriculture. 2015. Statistical Yearbook. (in Persian)
34- Mohammadi H., Moarefi Mohammad A., and Nojavan Solmaz. 2017. Factors Affecting Farmer's Chemical Fertilizers Consumption and Water Pollution in Northeastern Iran. Journal of Agricultural Science. 9 (2): 234-241.
35- Moradzadeh M., Moazed E., and Sayyad G. A. 2013. Simulate nitrate leaching in a sandy loam soil treated with zeolite using software Hydrus-1D. Knowledge of soil and water, 23(1):95-108. (In Persian)

36- Nolen BT. 2001. Relating Nitrogen Sources and Aquifer Susceptibility to Nitrate in Shallow Ground Water of the United States. Ground Water, 39(2): 35-48.
37- O'Donoghue C., Buckley C., Chyzheuskaya A., Grealis E., Green S., Howley P., Hynes S., and Upton V. 2015. The Spatial Impact of Economic Change on RiverWater Quality 1991- 2010, European Association of Agricultural Economists, 150th Seminar, October 22-23, 2015, Edinburgh, Scotland.
38- Ouedraogo I., and Vanclooster M. 2016. A meta-analysis and statistical modelling of nitrates in groundwater at the African scale, Hydrology and Earth System Sciences, 20, 2353–2381.
39- Phelps E. S. 1961. The Golden Rule of Accumulation: A Fable for Growthmen, American Economic Review, Vol1: 638-643.
40- Rodriguez-Galiano V., Paula Mendes M., Jose Garcia-Soldado M., Chica-Olmo M., and Ribeiro L. 2014. Predictive modeling of groundwater nitrate pollution using Random Forest and multisource variables related to intrinsic and specific vulnerability: A case study in an agricultural setting (Southern Spain), Science of the Total Environment, 476–477, 189–206.
41- Sedaghat M. Earth and Water Resourcees (Groundwater). Tehran: Payame Noor university publication; 2008. (In Persian)
42- Shahnoushi N., Firouz Zareh A., Zhaleh Rajabi M., Dourandish A., and Shahidi Yasaghi S.A. 2012. Bread waste products (causes and consequences). Ferdowsi University of Mashhad. Mashhad. (In Persian)
43- Shariat Panahi M. 1998. Quality principles of water and wastewater treatment. Tehran University. Tehran. (In Persian)
44- Sheikh Zeineddin A., Esmaeili A., and Zibaei M. 2016. Policy incentives to reduce nitrate leaching in farmlands: Case study irrigation and drainage network Doroudzan. Journal of Agricultural Economics and Development, 30(2): 127-135. (In Persian)
45- Singh M. P. 1985. Import Policy for a Developing Economy. Allahabad, India: Chugh Publications.
46- Suri A. Econometrics (Advanced) along with the use of Eviews 8 and Stata 12. The Ethnography. (In Persian)
47- Williams R. 2006. Generalized ordered logit / partial proportional odds models for ordinal dependent.
48- Williams R. 2010. Generalized ordered logit models. Midwest sociological meetings, Chicago.
49- Wooldridge Jeffrey M. 2005. Introductory econometrics, 3rd, c2005 World Economy, 20, No.3, Blackwell Publishers. Oxford.
50- Zare Abyaneh H., Nouri H., Liaghat A., Karim V., and Nouri H. 2011. Calibration of nitrate leaching and water table fluctuation in paddy rice fields using DRAINMOD-N software. Journal of Soil and Water Sciences, 15 (57): 49-60. (In Persian).